

Koncepcja stosowania różnych strategii walki w robocie minisumo

Maciej ZARĘBA¹, Wojciech KACZMAREK¹, Natalia DANIEL¹

¹ Wojskowa Akademia Techniczna, ul. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa

Streszczenie. Dostępne na rynku technologie mechaniczne, elektroniczne i informatyczne pozwalają na projektowanie i budowę urządzeń mechatronicznych. Urządzenia te mogą służyć różnym celom, a ich rozwój jest stymulowany chęcią pozyskania wiedzy z obszaru danej dziedziny nauki. Najszybciej uczymy się przez zabawę. Przykładem mogą być roboty do walk SUMO, gdzie przez zabawę można zapoznać się z budową i programowaniem robotów mobilnych. W artykule przedstawiono projekt robota mobilnego do walk mini sumo oraz koncepcję stosowania strategii walk w celu zwiększania przewagi nad rywalem. Zaprezentowana koncepcja uwzględnia wymagania turniejowe, oraz prezentuje dobór komponentów robota.

Słowa kluczowe: robotyka, roboty mobilne, minisumo, strategię walki.

1. WPROWADZENIE

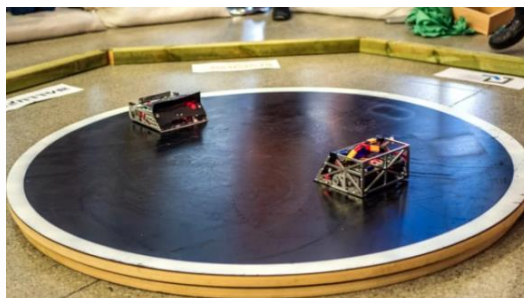
Wraz z rozwojem technologii, a także rosnącym zapotrzebowaniem na automatyzację procesów produkcyjnych, w których wydajność oraz jakość są na stawiane pierwszym miejscu, wzrasta liczba rozwiązań na rynku robotów. Dzisiaj roboty wykorzystywane są niemal we wszystkich dziedzinach naszego życia, od zautomatyzowanych linii produkcyjnych, aż po medycynę. W ostatnich latach złożone konstrukcje robotów mobilnych są wyposażane w komputery z systemem LINUX i ROS (Robot Operating System), dzięki czemu możliwe jest implementowanie w nich złożonych algorytmów sterowania [1-3]. Doczekały się nawet

własnych dyscyplin sportowych, takich jak wyścigi pojazdów RC, wyścigi dronów, czy nawet walki robotów sumo [4][5]. Dzięki popularyzacji tych dyscyplin, z roku na rok zawody sumo w wykonaniu robotów stają się coraz bardziej powszechne i coraz częściej przyciągają zwłaszcza najmłodszych konstruktorów. Wyzwanie jest pojedyńkiem nie tylko na arenie, lecz także w warsztacie na etapie projektowania, budowy i programowania robotów. Poprzez zabawę oraz chęć rywalizacji można wyłonić najlepszych konstruktorów robotów. Korzystając z gotowych rozwiązań oferowanych na rynku robotów, konstruktor jest w stanie zbudować robota w oparciu o gotowe komponenty. Projektowanie robotów jest jednak ciągle wyzwaniem, zważywszy na to, że jest to połączenie aspektów związanych z elektroniką, mechaniką oraz programowaniem [6].

1.1. Historia robotów minisumo

Pierwszy robot minisumo został skonstruowany w 1980 roku w Japonii przez Hiroshiego Nozawagę, prezesa Fuji Software Inc. Pierwszy oficjalny turniej miał miejsce 10 lat później. Od tamtej pory popularność zawodów ciągle rośnie. W latach 90-tych poprzedniego wieku, roboty sumo dotarły do Stanów Zjednoczonych, skąd pochodzi najstarszy turniej robotów minisumo „Northwest Robot Sumo Tournament”. Ojcem założycielem tego turnieju jest Bill Harrison. To z jego inicjatywy powstała kolejna kategoria robotów minisumo, znacznie lżejszych oraz tańszych konstrukcji (roboty do

500 g), w porównaniu pierwszymi robotami japońskimi, których masa sięgała do 3 kg. Na rysunku (Rys 2.1.) przedstawiono widok walki robotów sumo na konkursowej arenie [5].



Rys. 2.1. Widok robotów sumo na ringu podczas zawodów.

Walka odbywa się z udziałem sędziego oraz konstruktorów. Na przestrzeni ostatnich lat roboty były uruchamiane przez konstruktorów na ustalony sygnał, doprowadzało to do „falstartów”, co miało wpływ na rezultat walki. Aby uniknąć niesportowego zachowania roboty są uruchamiane przez sędziego za pomocą nadajnika. Wykonany robot musi być w pełni autonomiczny, a pojedynek wygrywa ten, który wypchnie przeciwnika z ringu (czarnego koła z białą obwódką o średnicy 77 cm) [7].

2. ANALIZA ROZWIĄZAŃ W ZAKRESIE PROJEKTOWANIA ROBOTÓW MINISUMO

Obecnie wiele prac opisuje turnieje robotów minisumo. Artykuł z roku 2014 opracowany przez studentów koła naukowego SKALP z Politechniki Gdańskiej opisuje problem dotyczący konstruowania

robotów kategorii minisumo oraz przedstawia nietypowe konstrukcje tych robotów wykorzystywane podczas turniejów na przestrzeni kilku lat. W początkowych konstrukcjach, układem napędowym były popularne serwomechanizmy, dominowały także konstrukcje wyposażone w specjalne kłapy, które w celu zepchnięcia przeciwnika z ringu rozkładały się pod odpowiednim kątem podczas walki. Zaletą tego rozwiązania jest większa powierzchnia oddziałująca na przeciwnika. Dzisiaj, serwomechanizmy zostały wyparte przez silniki, które zapewniają prędkość robota do nawet 1 m/s. Umożliwiają one szybki atak, dzięki temu roboty wyposażone w silniki mają przewagę nad konstrukcjami z klapami [3].

2.1. Wytyczne konkursowe

Start robota w turnieju jest możliwy jeśli spełnia on kilka podstawowych wymagań dotyczących jego rozmiarów oraz masy. Kategorie robotów mobilnych różnią się przede wszystkim ograniczeniami fizycznymi, podział na kategorie robotów klasy sumo przedstawia tabela (Tabela 2.1).

Tabela 2.1. Podział na kategorie robotów klasy Sumo

Klasa	Wysokość [cm]	Szerokość [cm]	Długość [cm]	Masa [g]
Mega Sumo - Aution	Bez limitu	20	20	3000
Mega Sumo – R/C	Bez limitu	20	20	3000
Mega Sumo – Network	Bez limitu	20	20	3000
Humanoid – R/C	50	20	20	3000
Lego Sumo	Bez limitu	15	15	1000

Mini Sumo	Bez limitu	10	10	500
Micro Sumo	5	5	5	100
Nano Sumo	2,5	2,5	2,5	25

W ramach artykułu zostanie omówiony robot spełniający wymogi kategorii minisumo, co zapewni dopuszczenie go do udziału w zawodach. Głównymi wymagania, które musi spełnić robot to:

- maksymalna masa robota $m = 500$ [g],
- maksymalne wymiary robota 100 [mm] x 100 [mm], bez ograniczenia wysokości,
- robot musi być w pełni autonomiczny.

Spełnienie ww. założeń kwalifikuje robota do wzięcia udziału w turnieju [8].

2.2. Rozwiązania dostępne na rynku

Z uwagi na duże zainteresowanie jakimi cieszą się zagadnienia związane z robotyką mobilną oraz walkami sumo, na rynku można znaleźć dedykowane komponenty dla robotów minisumo.

Silniki

Silniki będące jednostkami napędowymi są jednym z najistotniejszych komponentów robota minisumo (wadami rzadko stosowanych serwomechanizmów jest mała prędkość obrotowa, duże rozmiary oraz konieczność przeróbki serwomechanizmu na mechanizm wieloobrotowy). Popularnym typem silników dedykowanym do robotów mobilnych są silniki wysokiej mocy z mikro przekładnią. Przy doborze silników, należy odpowiednio

dobrac przekładnię, tak aby pasowała do założeń projektu. Konstruktor robota musi wybrać pomiędzy momentem obrotowym, a prędkością obrotową. Jeśli robot ma poruszać się z małą prędkością, lecz wyróżniać się dużym momentem obrotowym, silniki powinny charakteryzować się wyższą wartością przekładni, np. 298:1. Jeżeli ważna jest prędkość robota, rekomendowane są silniki z niższą przekładnią np. 10:1 [9]. Najbardziej popularne są silniki firmy Pololu HP z mikro przekładniami 50:1, 30:1, oraz 100:1 (Rys 2.2, tabela 2.2).



Rys. 2.2. Silnik HP Pololu z mikro przekładnią 10:1.

Tabela 2.2. Parametry silnika Pololu z przekładnią 10:1.

Parametr	Wartość
Napięcie zasilania	3 – 9 [V]
Prąd bez obciążenia	70 [mA]
Prąd przy zatrzymanym wale	1600 [mA]
Prędkość bez obciążenia	3000 [obr/min]
Moment obrotowy	0,021 [Nm]
Przełożenie	10:1
Średnica wału	3 [mm]
Wymiary korpusu	26 x 10 x 12 [mm]
Masa	9,5 [g]

Koła

Koła robota są odpowiedzialne za przeniesienie momentu obrotowego wytworzonego przez silnik na powierzchnię areny. Kluczowy jest dobór szerokość kół oraz materiału, z którego są one wykonane, co przekłada się na przyczepność robota. Przy czym ważniejszy jest materiał, z którego koła zostały wykonane. Najczęściej stosowanymi materiałami są guma i poliuretan. Zapewniają one doskonałą przyczepność robota z podłożem. W odróżnieniu od kół gumowych, oferowane na rynku koła poliuretanowe są drogie, dlatego coraz więcej konstruktorów decyduje się wykonać je samodzielnie. Przykładem robota sumo jest robot Mirror (Rys. 2.3), gdzie zastosowano silikon formierski o twardości 16 punktów w skali Shore'a, który dodatkowo zmiękczone.[7]

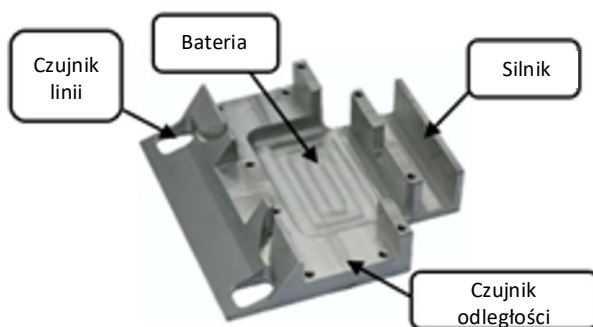


Rys. 2.3. Robot Mirror, w trakcie wypychania przeciwnika robota Enova.

Podstawa z pługiem

W robotach mobilnych typu sumo, podstawa z pługiem jest strategiczną częścią korpusu. Podczas projektowania podstawy

należy zwrócić uwagę, na umieszczenie środka masy najniżej jak to możliwe, co zmniejszy podatność robota na atak przeciwnika (przeciwnik nie będzie w stanie wepchnąć się pługiem pod konstrukcję naszego robota). Do podstawy montowane są silniki oraz czujniki „białej linii”. W ramach realizowanego projektu podstawa z pługiem zostanie wytworzona z aluminium na drodze obróbki frezowanie CNC, co pozwoli na wykonanie elementu robota o założonym kształcie (Rys. 2.4).



Rys. 2.4. Podstawa robota wykonana w technologii frezowania CNC.

Mikrokontroler

Jednostką sterującą robotów minisumo jest mikrokontroler [10], który należy rozpatrywać w dwóch aspektach:

- Hardware – część sprzętowa związana z elektroniką,
- Software – część związana z programowaniem.

Mikrokontroler zbiera dane wysyłane z czujników, przetwarza je, a następnie wysyła sygnały do układów sterujących silnikami. W robotach sumo często stosuje się mikrokontrolery z rodziny Atmel, Atmega8, Atmega16, Atmega32 oraz Atmega128 [11].

Sterownik silników

Sterownie silnikami odbywa się za pośrednictwem sterowników [12-14]. W nowszych typach sterowników, wykorzystywane jest sterowanie typu PWM (ang. Pulse-Width Modulation) [15-17] w układzie mostkowym typu H. Często stosowanymi układami pełniącymi rolę sterowników mostkowych typu H są układy L293D, TB6612 [18]. W poniższej tabeli (Tabela 2.3) przedstawiono parametry układu L293D [19][20].

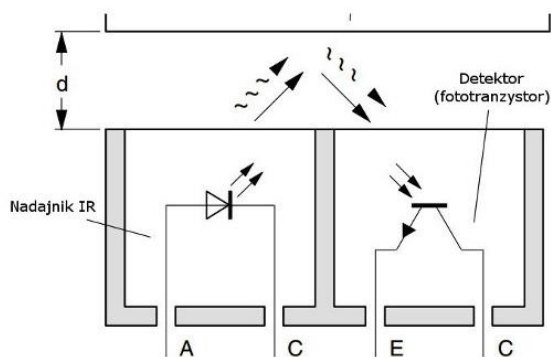
Tabela 2.3. Podstawowe parametry układu L293D

Parametr	Wartość
Maksymalne napięcie zasilania silników	36 [V]
Średni prąd na kanał	0,6 [A]
Szczytowy prąd na kanał	1,2 [A]

Czujniki linii

Podczas walki, zadaniem robota jest wypchnięcie przeciwnika poza ring („dojo”). Robot musi również kontrolować swoją obecność w ringu – opuszczenie ringu jest równoważne z przegraniem walki. Do kontroli granicy ringu (kolor areny jest ściśle określony przez regulamin) rekomendowane są czujniki w postaci transoptorów odbiciowych (Rys. 2.5.) pełniących rolę czujników białej linii [21]. Popularnym modelem wykorzystywanym przez konstruktorów są czujniki KTIR0711S [7], TCRT7000 [22], oraz fotodiody [20,22]. W zależności od promieniowania padającego na detektor, na wyjściu czujnika otrzymujemy sygnał napięciowy. Ciemne powierzchnie

absorbują część wysłanego sygnału przez nadajnik natomiast białe powierzchnie odbijają je. Zmiana koloru powierzchni będzie sygnalizowana wzrostem bądź spadkiem wartości napięcia na wyjściu. W ten sposób robot jest w stanie analizować na jakiej przestrzeni aktualnie się znajduje.



Rys. 2.5. Zasada działania transoptora odbiciowego.

Czujniki przeciwnika

W celu wykrycia przeciwnika podczas walki stosuje się czujniki odległości. Sygnały z czujników zostają przekazane do mikrokontrolera, gdzie po ich obróbce generowana jest decyzja o ewentualnym ataku na przeciwnika. Popularnymi modelami czujników odległości są analogowe czujniki GP2Y0D340K [7] oraz GP2D12 [18].

3. KONCEPCJA ROBOTA DO WALKI MINISUMO

W ramach prowadzonych prac zaprojektowano i wykonano robota klasy minisumo. Głównymi założeniami projektowymi były:

- maksymalna masa robota $m = 500$ [g],

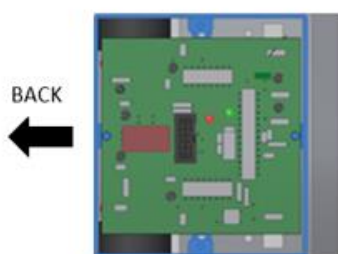
- maksymalne wymiary robota 10 [cm] x 10 [cm], bez ograniczenia wysokości,
- pełna autonomia robota w zakresie niezbędnym do udziału w walkach sumo.

Pozostałe założenia wynikały z regulaminu turniejowego.

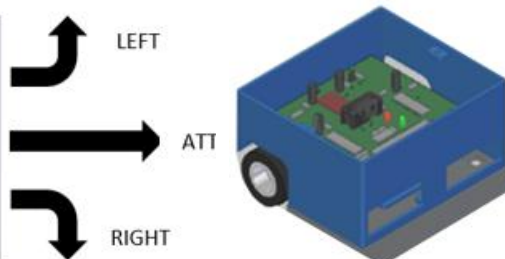
3.1. Budowa robota

Obudowa robota została wykonana w technologii druku 3D, a podstawą robota jest aluminiowa blacha o grubości 4mm. Z przodu robota wykonano klin, dzięki któremu robot jest w stanie podjechać pod przeciwnika i go podnieść. W przedniej części podstawy wykonano otwory dla czujników linii (obok zostały usytuowane czujników wykrywania przeciwnika). Usytuowana wewnątrz robota płytką PCB jest osłonięta przez obudowę, dzięki czemu zmniejsza się ryzyko jej uszkodzenia w trakcie walki. Dzięki umieszczeniu złącza programowalnego IDC, programowanie robota odbywa się bez demontażu komponentów (Rys. 3.1).

a)



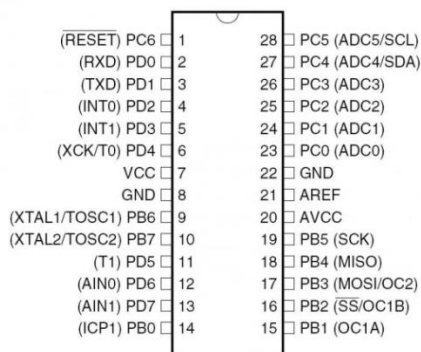
b)



Rys. 3.1. Ogólny widok modelu robota, a) widok z góry z możliwością kierunków ruchu, b) ogólny widok modelu.

Przy doborze jednostki sterującej zrezygnowano z modułu Arduino, i zdecydowano się na mikrokontroler Atmega8A (Rys. 3.2) przeznaczony do montażu przewlekane. Do zalet takiego rozwiązania należą:

- małe gabaryty w porównaniu do kontrolerów serii Arduino,
- 23 linie wejść/wyjść,
- 3 kanały PWM,



Rys. 3.2. Wyprowadzenia mikrokontrolera Atmega8A

Opracowane przez mikrokontroler sygnały sterujące podawane są, na przeznaczone do druku powierzchniowego, sterowniki silników L293D (Rys. 3.3). Są to dwukanałowe mostki H, których zasadniczą zaletą jest duża wydajność prądowa.



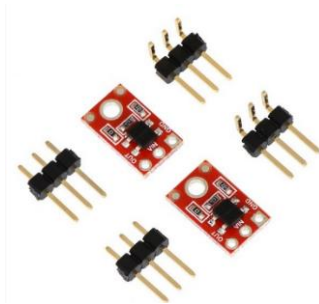
Rys. 3.3. L293D – dwukanałowy sterownik silników

W robocie wykorzystano dwa takie układy (połączone ze sobą, aby dodatkowo zwiększyć wydajność prądową), po jednym na silnik. Do pozostałych zalet wykorzystanych sterowników można zaliczyć:

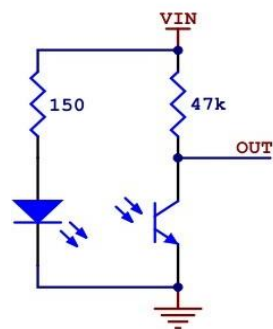
- zakres napięcia zasilania od 4,5 [V] do 36 [V],
- wartość prądu chwilowego na kanał 1,2 [A], dzięki temu prąd pobierany przez silnik przy zatrzymanym wale nie uszkodzi sterownika,
- montaż powierzchniowy SMD, pozwalający na zmniejszenie wymiarów PCB, poprzez dobór mniejszych komponentów.

Układ detekcji białej linii wykorzystuje gotowe moduły transoptorów odbiciowych QTR – 1A (Rys 3.4).

a)



b)



Rys. 3.4. Czujnik linii QTR – 1A, a) ogólny widok, b) schemat podłączeń

Dzięki wbudowanym rezystorom ograniczającym prąd płynący przez diodę podczerwieni nadajnik jest zabezpieczony przed uszkodzeniem. W ramach projektu wykorzystano dwa takie moduły. Wybrane parametry czujnika QTR-1A:

- Napięcie zasilania: 5,0V,
- Pobór prądu: 20mA,
- Sygnał wyjściowy: napięcie analogowe 0 – 5V,
- Optymalna odległość pracy czujnika: 3mm,
- Maksymalna odległość pracy czujnika: 6mm.

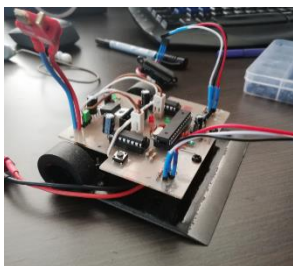
Do wykrywania obecności przeciwnika zastosowano czujniki odległościowe Sharp GP2Y0A41SK0F (Rys. 3.5). Do pomiaru (regulowanej) odległości, czujniki te wykorzystują wiązkę IR.



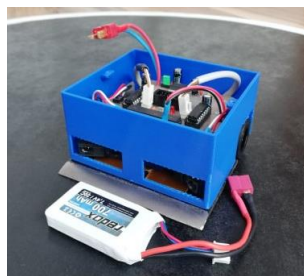
Rys. 3.5. Cyfrowy czujnik odległości Sharp GP2Y0A41SK0F.

Robot (Rys. 3.6) napędzany jest dwoma bezszczotkowymi silnikami DC HP Pololu z mikro przekładnią 100:1. Silniki te przenoszą moment na wykonane z gumy koła.

a)



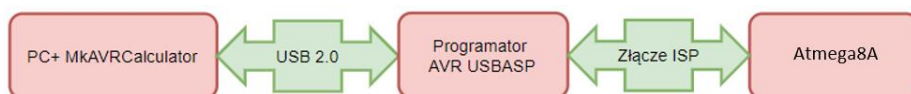
b)



Rys. 3.6. Ogólne widoki wykonanego robota do walk minisumo, a) bez obudowy, b) z obudową.

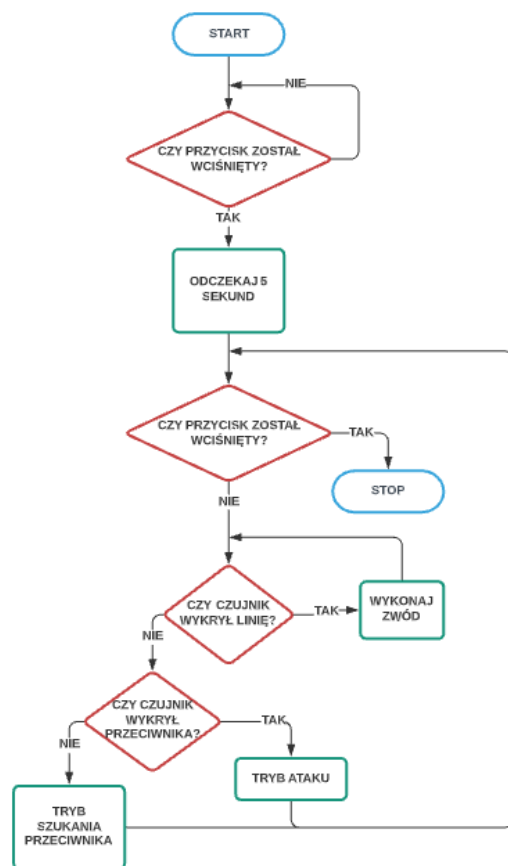
Rzeczywisty model robota (Rys. 3.6.) wyposażono w obudowę wykonaną w technologii druku 3D, co pozwoliło na wykonanie założonego kształtu. Z przodu robota znajdują się dwa czujniki przeciwnika, wraz z czujnikami linii. Cała konstrukcja jest przymocowana do aluminiowej podstawy z wykonanym klinem.

Do programowania robota użyto aplikację MkAVRCalculator firmy ATNEL.



Rys. 3.7. Schemat blokowy układu programowania mikrokontrolera
Źródło: Opracowanie własne

Na rysunku 3.7 przedstawiono algorytm pracy robota



Rys. 3.7. Schemat blokowy algorytmu sterowania.

Wykonany robot został poddany testom na ringu turniejowym. Testy polegały na wstawianiu do ringu obciążonej obudowy roboty do walk minisumo o gabarytach 10 [cm] x 10[cm] x 5,5[cm] jako potencjalnego rywala. Robot za każdym razem wykrywał „przeciwnika” i wypychał go poza ring pozostając na ringu po wykonaniu zadania.

Analizując rozwiązania przedstawione w literaturze, model robota można rozbudować m.in. o cyfrowe czujniki przeciwnika

Cytron Maker Object IR38kHz, bardziej wydajne mostki sterownicze TB6612FNG, mikrokontroler Atmega16A, koła wykonane z poliuretanu zwiększające przyczepność robota oraz moduł startu w postaci odbiornika IR.

4. ANALIZA STRATEGII WALKI

Przewagę nad przeciwnikiem można uzyskać nie tylko korzystając z najmocniejszych silników, najdokładniejszych czujników, itp., lecz także stosując strategię walki. Należy tutaj zaznaczyć, że niemal wszystkie rozwiązania robotów do walk sumo mają zaimplementowany stały program realizujący konkretną strategię walki. W przedstawionym rozwiązaniu zaproponowano możliwość wyboru strategii z uwagi na sposób walki przeciwnika. Strategie są implementowane w postaci kodu w mikrokontrolerze. Wybór strategii można zrealizować za pomocą:

- Modułu IR – wysłanie odpowiedniego sygnału przez nadajnik IR spowoduje zmianę strategii.
- DIP switch'y – zmiana strategii odbywa się poprzez ustawienie sygnału „0” lub „1” na poszczególnych wyjściach mikrokontrolera.
- Programu – w zależności od pozycji przeciwnika algorytm sam zmienia strategię walki z przeciwnikiem.

Poniżej opisano popularne strategie walk wykorzystywane podczas zawodów walk minisumo[7].

Strategia nr 1 – „Random drive”

Polega na przemieszczaniu się robota po arenie w różnych kierunkach, w ten sposób zwiększana jest szansa na wykrycie przeciwnika. Pojazd jest cały czas w ruchu, co utrudnia jego wykrycie oraz zepchnięcie przez przeciwnika. Jeżeli robot wykryje przeciwnika, atakuje go od frontu.

Strategia nr 2 – „Tornado”

Strategia „Tornado” polega na dynamicznym obracaniu się robota wokół własnej osi, co pozwala mu na monitorowanie obszaru walki w sposób podobny do radaru. Niestety w tym przypadku, pojazd mimo wykonywania dynamicznych obrotów wokół własnej osi jest łatwym obiektem do wykrycia przez przeciwnika.

Strategia nr 3 – „Drive around”

Strategia „Drive around” polega objechaniu/ominięciu przeciwnika i zepchnięciu go poprzez uderzenie od boku lub od tyłu. Detekcja przeciwnika przed rozpoczęciem walki, a następnie wykorzystanie tej strategii skutkuje błyskawicznym atakiem zaraz po rozpoczęciu walki przez sędziego.

Strategia nr 4 – „Slow search”

Polega na powolnym poszukiwaniu robota przeciwnika na arenie. Kiedy robot zetknie się z przeciwnikiem przystępuje do ataku. Podobnie jak w strategii nr 2, robot jest łatwym celem dla przeciwnika ze względu na małą dynamikę jazdy.

Strategia nr 5 – „Wait for attack”

Strategia „Wait for attack” w wolnym tłumaczeniu oznacza „czekanie na atak przeciwnika”, polega ona na analizie ruchu przeciwnika, a następnie zaatakowaniu go.

Analiza przedstawionych strategii pod względem skuteczności

W celu określenia najbardziej skutecznej strategii walki wykonano analizę w oparciu o macierz decyzyjną [X] – Rys.4.1.

Kryterium	Waga	"Random drive"	"Tornado"	"Drive around"	"Slow search"	"Wait for attack"
Dynamika jazdy	0,4	9	3	9	3	3
Sposób ataku	0,3	3	1	3	1	3
Kontakt z przeciwnikiem	0,2	1	1	3	1	3
Efekt wizualny	0,1	3	9	9	1	9
Średnia ważona		5	2,6	6	1,8	3,6

Rys. 4.1. Macierz decyzyjna strategii walki.

Do analizy wzięto pod uwagę takie kryteria jak:

- Dynamika jazdy – im większa dynamika tym trudniej wykryć robota.
- Sposób ataku – najlepszym sposobem jest atak od tyłu oraz od boku, atak od frontu sprowadza się do przepychania się robotów zwiększając niepewność wygranej.
- Kontakt z przeciwnikiem – wykrycie przeciwnika przed rozpoczęciem walki oraz stały kontakt daje robotowi przewagę nad przeciwnikiem.
- Efekt wizualny – to kryterium określa jak zjawiskowa jest dana strategia.

Do każdego z kryteriów określono wagi, aby zachować wpływ kluczowych elementów na wynik analizy. Punkty uzupełniano według poniższej legendy:

0 – brak relacji między kryterium, a opcją (strategią).

1 – słaba relacja między kryterium, a opcją (strategią).

3 – umiarkowana relacja między kryterium, a opcją (strategią).

9 – silna relacja między kryterium a opcją (strategią).

Zgodnie z przyjętymi kryteriami najlepszym rozwiązaniem wydaje się stosownie strategii nr 4 „Drive around”, która charakteryzuje się:

- wysoką dynamiką jazdy,
- strategią ataku, od boku bądź od tyłu,
- utrzymywaniem kontaktu z przeciwnikiem,
- wysokim efektem wizualnym ataku.

5. WNIOSKI

Szeroki dostęp do nowoczesnych technologii i oprogramowania pozwala na projektowanie i budowę robotów mobilnych niemal każdemu. Korzystając z komputerowego wspomagania projektowania, konstruktor jest w stanie wyeliminować ewentualne wady konstrukcyjne już na etapie projektowania [17]. W procesie projektowania robotów warto wspomagać się dostępną, z dziedziny robotów mobilnych, literaturą. Pozwala to na śledzenie rozwoju konstrukcji robotów oraz (w przypadku robotów do walk SUMO) śledzenie rozwoju taktyk walki. W trakcie budowy robota należy stosować nowoczesne rozwiązania konstrukcyjne oraz próbować utworzyć system, który da się w łatwy sposób rozbudować. W tym przypadku duże znaczenie ma odpowiednie dobranie mikroprocesora, tak aby przyszłości pozwalał on na rozszerzenie

robotu o dodatkowe moduły i czujniki. Przedstawiony w artykule robot spełnia wymogi kategorii mini sumo, może więc w przyszłości brać udział w organizowanych turniejach. Przeprowadzone testy potwierdziły poprawność jego funkcjonowania. Obecnie jest w przygotowaniu kolejna wersja robota, co pozwoli na przeprowadzenie turniejowej walki na ringu w oparciu o wybrane strategie. Należy tutaj pamiętać, że tworzone konstrukcje z powodzeniem mogą służyć jako modele dydaktyczne [18] i platformy do kolejnych wersji robotów. Nowa wersja opracowanego robota będzie umożliwiała zmianę strategii walki robota poprzez odbiornik IR oraz DIP switch. Nowa funkcjonalność zapewni przewagę nad robotami nie posiadającymi takiej funkcjonalności. Wynika to z faktu, iż konstruktor podczas zawodów, na podstawie znajomości/obserwacji strategii danego robota, będzie w stanie przełączyć w prosty sposób strategię walki swojego robota przed rozpoczęciem walki z konkretnym przeciwnikiem.

LITERATURA

- [1] Khadir Lakhdar Besseghieur, Radosław Trębiński, Wojciech Kaczmarek, Jarosław Panasiuk, rok 2020, From Trajectory Tracking Control to Leader-Follower Formation Control, Cybernetics and Systems (0196-9722), VOL. 5, 27, str. 339-356, <https://doi.org/10.1080/01969722.2020.1770502>, IF-1.433 (2019), CiteScore-3.3 (2019).
- [2] Khadir Lakhdar Besseghieur, Radosław Trębiński, Wojciech Kaczmarek, Jarosław Panasiuk, rok 2018, Trajectory tracking control for a nonholonomic mobile robot under ROS, Journal of Physics: Conf. Series 1016 (2018) 012008 doi:10.1088/1742-6596/1016/1/012008,

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1016/1/012008>.

- [3] Michał Siwek, Leszek Baranowski, Jarosław Panasiuk, Wojciech Kaczmarek, Khadir Iakhdar Besseghieur, rok 2018, The effect of control signals time delays on the trajectory of a dispersed group of robots, Proceedings of the 24th International Conference - Engineering Mechanics (EM 2018), ISBN 978-80-86246-88-8, ISSN 1805-8248, ACAD SCI Czech Republic, str. 757-760, doi: 10.21495/91-8-757, <http://dx.doi.org/10.21495/91-8-757>.
- [4] Maciej Węgierek, Bartosz Świstak, Tomasz Winiarski: Modularne środowisko do rywalizacji robotów sportowych śledzących linię, Pomiary Automatyka Robotyka, R. 19, Nr 3/2015, 61–66.
- [5] Bryan Wilson, Tyler Germann: Sumo Robot Competition, ASEE North Central Section Conference, 2016
- [6] Kaczmarek Wojciech, Rychlik Piotr. 2017. Projekt mobilnego robota holonomicznego z bezprzewodowym inercyjnym systemem sterowania. Mechanik 90 (7): 634-637.
- [7] Tymoteusz Cejrowski, Mateusz Paczyński, Dawid Machala: *Konstrukcja robota turniejowego Mirror startującego w zawodach Mini Sumo*, Pomiary Automatyka Robotyka nr 2/2014.
- [8] 12. INTERNATIONAL MEB ROBOT CONTEST SUMO MINI-SUMO CATEGORIES - THE RULES, SIVAS, 2018r
- [9] Gelu-Ovidiu TIRIAN, Anne-Marie NITESCU, Cristian CHIONCEL: *Acta Technica Corvieniensis – “THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF AN AUTONOMOUS MOBILE MINI-SUMO ROBOT”*, Tome VIII, r. 2015
- [10] Jacek Matusik: *Mikrokontroler – narzędzie bardzo przydatne w pracach badawczych*, NAFTA-GAZ, ROK LXXIV, Nr 5 / 2018.
- [11] https://www-users.mat.umk.pl/~lielow/PTM/Wyklady/W5_Mikrokontroler.pdf
- [12] Chiu Choi H., „Applications of embedded controllers in speed and position controls”, International Conference on Industrial Electronics and Control Applications, ICIECA 2005, 6–7. 5.

- [13] El Din A.S.Z, „PLC-Based Speed Control of DC Motor”, CES/IEEE 5th International Power Electronics and Motion Control Conference, IPEMC 2006, Vol. 2, 1–6. 6.
- [14] Guo-Shing Shing Huan: „PC-based PID speed control in DC motor”, International Conference on Audio, Language and Image Processing, ICALIP 2008, 400–407.
- [15] Weber H.F., Pulse-Width Modulation DC Motor Control, Industrial Electronics and Control Instrumentation, 2006.
- [16] Xueqin Lu, The Pulse Width Modulation and its Use in Induction Motor Speed Control. Computational Intelligence and Design (ISCID), 2011 Fourth International Symposium.
- [17] Zhijun Liu, „PWM speed control system of DC motor”, International Conference Electronic and Mechanical Engineering and Information Technology (EMEIT), 2011, Vol. 3, pp. 1301–1303.
- [18] Krzysztof MURAWSKI, Jan CHUDZIKIEWICZ, Józef TURCZYN: Mobilny robot edukacyjny KMURAW-3 – – rozwiązania techniczne sprzętu i oprogramowania, BIULETYN INSTYTUTU AUTOMATYKI I ROBOTYKI NR 21, 2004.
- [19] Unitrode Integrated Circuits: L293, L293D – Push-Pull Four Channel Driver, 2004
- [21] Mehran Pakdaman, M. Mehdi Sanaatiyan, Mahdi Rezaei Ghahroudi: A Line Follower Robot from design to Implementation: Technical issues and problems, IEEE Xplore, 2010
- [20] Abdul Latif , Hendro Agus Widodo , Robbi Rahim , Kunal Kunal: Implementation of Line Follower Robot based Microcontroller ATmega32A, Journal of Robotics and Control (JRC), Vol. 1, No. 2, 2020, March 2020, pp. 70-74.
- [22] Filip Romanowski: KISS Robot klasy Minisumo, KONAR, r. 2008.
- [23] <https://primeyourpump.com/2019/10/30/decision-matrix/>

~~Concept of using various fighting strategies in minisumo~~ project design

The concept of using various strategies in a minisumo robot

Maciej ZARĘBA¹, Wojciech KACZMAREK¹, Natalia DANIEL¹

¹ Military University of Technology, 2 Kaliskiego St., 00-908 Warsaw

Abstract. Commercially available mechanical, electronic, and computer technologies allow the design and construction of mechatronic devices. These devices can serve various purposes. Most often it is the desire to acquire knowledge in a particular area. The fastest way to learn is through play and fun. An example can be SUMO fighting robots, where by playing you can learn about building and programming mobile robots. This paper presents a design of a mobile robot for mini sumo fighting and the concept of using fighting strategies to increase the advantage over the rival. The concept takes into account tournament requirements, and presents the selection of robot components.

Keywords: robotics, mobile robot, minisumo, fight strategies